

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
30. März 2017 (30.03.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/050474 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H03H 9/64 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/068578

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. August 2016 (03.08.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 116 224.5
25. September 2015 (25.09.2015) DE

(71) Anmelder: EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Straße 53,
81669 München (DE).

(72) Erfinder: KAUSCHKE, Thomas; Barer Str. 65, 80799
München (DE).

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Zusammenschluss Nr. 175, Schloßschmidstr. 5, 80639
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

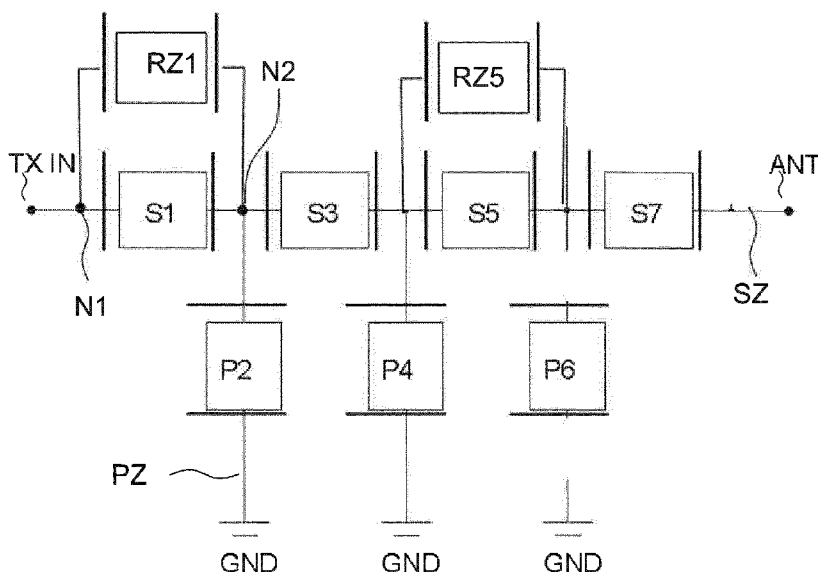
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: SAW FILTER COMPRISING AN ADDITIONAL POLE

(54) Bezeichnung : SAW-FILTER MIT ZUSÄTZLICHEM POL

Fig 1



(57) Abstract: In order to suppress an interference frequency in a ladder-type filter, an additional resonator (RZ1) that acts as a capacitor is connected in parallel to a series resonator (S1). The antiresonance of the additional resonator creates an additional pole in order for the interference frequency to be attenuated more effectively.

(57) Zusammenfassung: Zur Unterdrückung einer Störfrequenz wird bei einem Laddertype Filter vorgeschlagen, parallel zu einem Serienresonator (S1) einen als Kapazität wirkenden zusätzlichen Resonator (RZ1) zu verschalten. Die Antiresonanz des zusätzlichen Resonators erzeugt einen zusätzlichen Pol zur verbesserten Dämpfung der Störfrequenz.

Beschreibung

SAW-Filter mit zusätzlichem Pol

- 5 Zur Verminderung des Temperaturgangs von SAW-Filtern werden diese mit einer üblicherweise SiO₂ umfassenden Kompensationsschicht versehen. Als Nebeneffekt dieser Maßnahme wird jedoch die Kopplung verringert. Breitbandige Filter mit einer solchen Kompensationsschicht können daher nur auf
10 hochkoppelnden Substraten realisiert werden.

- Aus SAW-Resonatoren aufgebaute Bandpassfilter mit einer Kompensationsschicht können beispielsweise auf Lithiumniobat-Kristallen mit einem Schnittwinkel rot-128 aufgebaut werden.
15 Auf diesem Substratmaterial wird die Resonanzfrequenz der akustischen Rayleigh-Mode genutzt.

- Bei vielen Filtern mit bestimmten Materialkombinationen für Elektroden und darauf abgeschiedene Schichten, und/oder für
20 bestimmte Schichtdickenkombinationen ist auf Lithiumniobat jedoch eine parasitäre SH-Mode (shear-horizontal-mode) ausbreitungsfähig. Die Resonanzfrequenz der SH-Mode liegt oberhalb der Resonanzfrequenz der Rayleigh-Mode. Für die Serienresonatoren eines Filters liegen die SH-Resonanzen im
25 Bereich der oberen Passbandkante des Filters und verursachen dort Einbrüche in der Übertragungsfunktion. Selbst wenn die Geometrie dieser Filter auf maximale Unterdrückung der SH-Mode optimiert ist, so kann diese doch in Folge von
30 toleranzbedingten Geometrieabweichungen und unter Temperatur- und Leistungsbelastung verstärkt angeregt werden. Dadurch kann es zu einer verstärkten Temperatur- und Leistungsbelastung der Resonatoren kommen, die zu einem

vorzeitigen Verschleiß und schließlich zu Ausfällen des Filters führen können.

Weiterhin müssen heutige Frontendmodule immer mehr

- 5 Frequenzbänder bedienen, so dass die gegenseitige Isolation der verschiedenen Filter ein immer größeres Problem darstellt. Insbesondere die Tx Filter müssen so entworfen werden, dass sie in parallelen Rx Bändern eine ausreichende Dämpfung aufweisen.

10

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein SAW Filter anzugeben, mit dem in einfacher Weise die Dämpfung bei einer Störfrequenz eines aus SAW-Resonatoren aufgebauten Bandpassfilters verbessert werden kann. Eine weitere Aufgabe
15 besteht darin, eine störende SH-Mode im Frequenzbereich der oberen Passbandkante sicher und dauerhaft zu vermeiden.

20

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß von einem SAW-Filter nach Anspruch 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sowie ein Verfahren zum Verschieben einer störenden SH-Mode in einem SAW-Filter sind weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

25

Ein erfindungsgemäßes SAW-Filter ist aus SAW-Resonatoren aufgebaut und weist eine Ladder-Type-Struktur auf. Diese umfasst einen zwischen Filterein- und -ausgang verschalteten Serienzweig, in dem Serienresonatoren angeordnet sind. Von dem Serienzweig abzweigend sind Parallelzweige vorgesehen, die den Serienzweig gegen ein Festpotenzial und insbesondere gegen Masse verschalten. Ein Filter weist beispielsweise
30 zwischen zwei und fünf Parallelzweige und ebenso viele Serienresonatoren auf. Die Anzahl der Serienresonatoren kann dabei jedoch auch von der Anzahl der Parallelresonatoren abweichen. Weiter kann ein Filter eine höhere Anzahl von

Resonatoren aufweisen, wenn eine höhere Selektion gewünscht wird.

In dem insoweit in bekannter Weise aufgebauten Filter ist nun
5 erfindungsgemäß parallel zu einem der Serienresonatoren eine
als zusätzlicher Resonator ausgebildete Kapazität geschaltet.
Der Pitch dieses zusätzlichen Resonators ist so bemessen,
dass er bei Mittenfrequenz des Filters kapazitiv wirkt, dass
er aber mit seiner Antiresonanz bei einer Störfrequenz einen
10 zusätzlichen Pol zur verbesserten Dämpfung der Störfrequenz
ausbildet.

Damit gelingt es, in einem Tx Filter die Unterdrückung im Rx
Bereich eines anderen Frequenzbandes zu verbessern und einen
15 parallelen Betrieb in beiden Bändern zu verbessern. Damit
können die Eigenschaften von Frontendmodulen verbessert
werden, die beide Bänder bedienen können.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Pitch des zusätzlichen
20 Resonators gegenüber dem Pitch des Serienresonators
erniedrigt, um eine verbesserte Dämpfung bei einer gegebenen
Störfrequenz oberhalb des Passbands zu erzielen. Möglich ist
jedoch auch, den Pitch des zusätzlichen Resonators gegenüber
dem Pitch des Serienresonators zu erhöhen, um eine
25 verbesserte Dämpfung bei einer gegebenen Störfrequenz
unterhalb des Passbands zu erzielen.

Die Antiresonanzfrequenz des zusätzlichen Resonators kann auf
eine zu unterdrückende Störfrequenz außerhalb des Passbands
30 des Filters eingestellt werden. Die Resonanzfrequenz dieses
Resonators kann auf eine nahezu beliebige Frequenz
eingestellt werden, solange sie ausreichend weit vom Passband
des Filters entfernt liegt. Dann wirkt der Resonator bei

Frequenzen im Passband des Filters als reine Kapazität. Durch die Antiresonanzfrequenz des zusätzlichen Resonators wird eine Polstelle erzeugt, die zur Dämpfung von Störfrequenzen besonders dann gut genutzt werden kann, wenn die Polstelle
5 benachbart zum Passband liegt. Jedoch auch weiter entfernte Störfrequenzen, wie beispielsweise höherer Frequenz liegende Resonanzen von Plattenmoden oder Volumenwellen, können durch entsprechend eingestellte Resonanzfrequenzen der ersten Kapazität gut unterdrückt werden.

10

Mit dem zusätzlichen Resonator und weiteren Maßnahmen gelingt es außerdem, eine störende SH Mode, die wie bereits eingangs erwähnt bei bestimmten Materialkombinationen und Filterkonfigurationen auftritt, aus dem störenden Bereich der
15 oberen Passbandkante heraus zu verschieben.

Dazu wird bei dem Serienresonator, der im Filter die geringste Antiresonanzfrequenz aller Serienresonatoren aufweist, mit der größten Fingerperiode versehen. Der Pol-
20 Nullstellen-Abstand dieses Serienresonators ist gegenüber den übrigen Serienresonatoren verringert. Die Verringerung des Pol-Nullstellenabstands ist so bemessen, dass durch die kleinere Fingerperiode und den kleineren Pol-Nullstellen-Abstand die parasitäre Schermode (SH-Mode) dieses ersten
25 Serienresonators aus dem Passband des Filters verschwunden ist bzw. erst bei einer Frequenz oberhalb der Passbandkante auftritt.

30

Zur Verringerung des Pol-Nullstellenabstands kann der zusätzliche Resonator parallel zu diesem ersten Serienresonator geschaltet werden. Die Kapazität dieses zusätzlichen Resonators ist so bemessen, dass durch die kleinere Fingerperiode und den kleineren Pol-Nullstellen-

Abstand die parasitäre Schermode (SH-Mode) dieses ersten Serienresonators aus dem Passband des Filters verschwunden ist bzw. erst bei einer Frequenz oberhalb der Passbandkante auftritt.

5

Mit anderen Worten wird nun bei dem ersten Serienresonator, der konstruktionsbedingt die niedrigste Resonanz- und Antiresonanzfrequenz aufweist, der Pol-Nullstellen-Abstand durch die Parallelschaltung des zusätzlichen Resonators und des ersten Serienresonators verringert. Da sich dabei auch die Antiresonanz für das Passband zu einer ungünstigen niedrigeren Frequenz verschiebt, wird dies durch eine entgegengesetzte Verschiebung der Frequenz wieder ausgeglichen, was durch eine Verringerung der Fingerperiode des ersten Serienresonators erreicht wird. Der Ausgleich kann dabei so stattfinden, dass die Antiresonanzfrequenz wieder auf ihrer ursprünglichen Lage vor Verringerung des Pol-Nullstellen-Abstands zu liegen kommt. Um die Gesamtkapazität des Resonators mit parallelgeschalteter Kapazität gegenüber dem ursprünglichen Wert des Resonators nicht zu vergrößern, wird der Resonator durch Verringerung der Apertur bzw. Verringerung der Fingeranzahl entsprechend verkleinert.

Im Ergebnis wird ein Filter erhalten, bei dem die der Schermode zuzuordnende Störresonanz vollständig aus dem Passband verschwunden ist und oberhalb der Passbandkante zu liegen kommt. Bandbreite und Einfügedämpfung des Filters bleiben dabei praktisch unverändert, so dass trotz Abweichung von einem bekannten und bereits bezüglich der Filtereigenschaften und insbesondere bezüglich des Passbands optimierten Designs dennoch keine Verschlechterung der Filtereigenschaft im Passband in Kauf zu nehmen sind.

Dieser zusätzliche Effekt der SH Modenverschiebung im erfindungsgemäßen Filter kann mit einfachen Mitteln ohne großen Aufwand realisiert werden. Gegenüber einem herkömmlichen Laddertypenfilter benötigt ein Filter mit

5 zusätzlichem Resonator nur eine unwesentlich höhere Fläche auf dem Filtersubstrat, da gleichzeitig dazu die Kapazität des Resonators zu verringern ist, um die Gesamtkapazität der Parallelschaltung aus Kapazität und Resonator im geforderten Bereich zu halten.

10

Eine weitere Möglichkeit zur Verringerung des Pol-Nullstellen-Abstands besteht darin, entsprechende Substratmaterialien auszuwählen oder das Design entsprechend zu verändern. Möglich ist z.B. eine Veränderung des

15 Schichtaufbaus bzgl. Materialien und Schichtdicke, insbesondere das Aufbringen und/oder Verändern einer Trimmschicht. Eine als Kompensationsschicht für die Reduktion des TCF aufgebrachte SiO₂ Schicht kann z.B. lokal durch eine zusätzliche Schicht ergänzt oder lediglich in der Dicke

20 verändert werden, um die Kopplung im gewünschten Ausmaß zu reduzieren, wobei sich der Pol-Nullstellenabstand reduziert.

25

Ein erfindungsgemäßes Filter mit verschobener SH Mode ist leistungsfester als ein Filter mit einer störenden SH-Mode im Bereich des Passbands oder der Passbandkante. Die Erfindung hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Passbandcharakteristik und bringt daher ausschließlich eine verbesserte Performance.

30

Ein erfindungsgemäßes Filter kann in Duplexern und Passbandfiltern eingesetzt werden, um eine Störfrequenz besser zu dämpfen und/oder um eine störende SH Mode aus dem Bereich des Passbandes heraus zu verschieben. Störfrequenzen

können im Tx Filter im Rx Bereich anderer Bänder liegen, so dass diese Frequenzen im erfindungsgemäßen (Tx) Filter besser unterdrückt werden und den Betrieb im anderen Frequenzband nicht mehr stören.

5

Ein erfindungsgemäßes Filter wird bevorzugt als TX-Filter eingesetzt, das im Sendebetrieb mit einer höheren Leistung beaufschlagt wird als ein Rx Filter beim Empfang und bei dem sich daher eine störende Mode weitaus negativer auswirkt als bei einem RX-Filter.

10

Die Erfindung ist wie gesagt insbesondere bei Bandpassfiltern einsetzbar, die Rayleigh-Wellen nutzen, auf Lithiumniobat aufgebaut sind und eine die Kopplung reduzierende Kompensationsschicht (TCF-Kompensation) aufweisen.

15

Vorteilhaft werden sie auch bei Resonatoren eingesetzt, die Kupfer-basierte Elektroden aufweisen. Eine solche Elektrodenstruktur kann beispielsweise Teilschichten aus Chrom, Silber, Kupfer und Chrom umfassen. Eine alternative Elektrodenstruktur umfasst beispielsweise Schichten aus Titan, Silber, Kupfer und Titan.

20

Gemäß einer Ausführungsform ist das Filter auf Lithiumniobat-Substrat mit einem Schnittwinkel zwischen rot-125 und rot-130 aufgebaut. Dieser Schnittwinkelbereich weist eine hohe Kopplungskonstante für Rayleigh-Wellen auf.

25

Als ein bevorzugtes piezoelektrisches Substrat für das Filter können Lithiumniobat-Kristalle mit einem Schnittwinkel rot-128 ausgewählt werden.

30

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das erfindungsgemäße SAW-Filter über der Elektrodenmetallisierung auf dem Substrat eine SiO₂-Schicht als TCF-Kompensationsschicht auf. Diese Schicht kann eine relative Schichtdicke im Bereich von
5 15 bis 50 % bezogen auf die Wellenlänge der akustischen Nutzwelle aufweisen.

Über der Kompensationsschicht kann eine Siliziumnitrid-Schicht zur Abschirmung gegen Feuchtigkeit aufgebracht sein.
10

In einem Ausführungsbeispiel ist das SAW-Filter zum Betrieb in einem breitbandigen Frequenzband mit einer relativen Bandbreite > 3 % ausgelegt, insbesondere zum Betrieb in den Bändern 2 oder 3.

15 Ein erfindungsgemäßes Filter kann auch mehrere erste Serienresonatoren aufweisen, deren Resonanzfrequenzen ohne erfindungsgemäße Maßnahmen eine SH-Störmode im Bereich des Passbands oder im Bereich der Passbandkante bedingen.

20 Entsprechend sind in solchen erfindungsgemäßen SAW-Filtern parallel zu allen ersten Serienresonatoren mit entsprechend geringer Antiresonanzfrequenz jeweils erste Kapazitäten verschaltet. Gleichzeitig sind diese ersten Serienresonatoren
25 mit einer gegenüber den weiteren Serienresonatoren kürzeren Fingerperiode versehen. Wichtig ist dabei, dass stets noch weitere Serienresonatoren verbleiben, die einen unveränderten Pol-Nullstellen-Abstand aufweisen, um die nötige Bandbreite des Filters zu gewährleisten.

30 Ein ebenfalls erfindungsgemäßes Verfahren kann zum Erzeugen eines zusätzlichen Filterpols eingesetzt werden. In einem ersten Schritt wird das Filter dabei in herkömmlicher Weise

auf der Basis von SAW-Eintorresonatoren entworfen. Für den Entwurf wird allein das Erzielen einer gewünschten Passbandcharakteristik berücksichtigt.

5 Ein solches Filter wird in bekannter Weise aus einem zwischen Filterein- und -ausgang verschalteten Serienzweig, in dem Serienresonatoren angeordnet sind und n parallel zum Serienzweig gegen ein Festpotenzial verschalteten Parallelzweigen aufgebaut, in denen jeweils ein Parallelresonator angeordnet
10 ist. Insoweit wird eine herkömmliche Ladder-Type-Struktur entworfen.

Parallel zu einem ersten Serienresonator wird ein zusätzlicher Resonator vorgesehen und verschaltet.

15

Im nächsten Schritt wird der Pitch des zusätzlichen Resonators so eingestellt, dass dessen Antiresonanzfrequenz einen zusätzlichen Pol bei einer zu unterdrückenden Störfrequenz ausbildet, um die Dämpfung des Filters bei der
20 Störfrequenz zu verbessern.

Zur Verschiebung der SH Mode wird der- oder diejenigen ersten Serienresonatoren ermittelt, die bei diesem ersten Design eine störende SH-Mode im Bereich des Passbands oder
25 Passbandkante aufweisen. Dies kann durch ein Simulationsverfahren erfolgen, welches das Auftreten von SH-Moden berücksichtigt.

Die ersten Serienresonatoren sind dann die auf diese Weise
30 ermittelten Serienresonatoren mit der bezüglich ihrer Frequenzlage störenden SH-Mode. Parallel zu den ersten Serienresonatoren wird nun jeweils eine als Interdigitalstruktur ausgebildete erste Kapazität

verschaltet, die den Pol-Nullstellen-Abstand des oder der ersten Serienresonatoren verringert.

Im nächsten Entwurfsschritt wird die durch den geringeren
5 Pol-Nullstellen-Abstand verschobene Antiresonanzfrequenz
wieder an die vorgesehene Stelle im Bereich der rechten
Passbandkante verschoben, indem die Fingerperiode dieser
ersten Serienresonatoren entsprechend verringert wird. Der
Betrag der durch die verringerte Fingerperiode bewirkten
10 Frequenzverschiebung der Resonanzfrequenz entspricht dabei
vorzugsweise genau demjenigen Betrag, um den der Pol-
Nullstellen-Abstand verkürzt ist. Damit kommt die
Antiresonanzfrequenz der ersten Serienresonatoren wieder bei
der Frequenz zu liegen, die die ersten Serienresonatoren ohne
15 Parallelkapazität und ohne Fingerperiodenverringering
aufweisen würden, was der im ersten Schritt ermittelten
optimalen Frequenzlage entspricht.

Im nächsten Schritt wird durch Verringerung der Apertur bzw.
20 durch Verringerung der Fingeranzahl die Kapazität des
Resonators verringert, so dass die Gesamtkapazität von
Resonator und Parallelkapazität wieder der ursprünglichen
Kapazität des Resonators entspricht.

25 Im erfindungsgemäßen Verfahren werden die genannten
Frequenzen der ersten Serienresonatoren so weit verschoben,
dass die von der Resonanzfrequenz dieser Resonatoren
abhängige Frequenz der SH-Mode hin zu einer Frequenz oberhalb
der Passbandkante verschoben wird.

30

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird zunächst ein
Frequenzbetrag Δf ermittelt, um den die SH-Mode mindestens
nach oben zu verschieben ist, bis sie nicht mehr das Passband

stört. Um genau diesen Wert Δf wird dann der Pol-Nullstellen-Abstand verringert, was durch Auswahl eines geeigneten Kapazitätswertes der ersten Parallel-kapazität eingestellt wird.

5

In einem speziellen Anwendungsbeispiel wird das Filter für TX-Frequenzen im Mobilfunkband 2 ausgelegt, die definitionsgemäß bei 1850 MHz bis 1910 MHz liegen. Oberhalb des Passbandes im Bereich von 2110 MHz bis 2155 MHz sind auch
10 die RX-Frequenzen des Mobilfunkbands 4 angeordnet. Gemäß dieser Ausführungsform wird nun die zum ersten Serienresonator parallele Kapazität als Resonator ausgebildet und dessen Frequenzlage so eingestellt, dass sich in der Übertragungsfunktion des Filters ein Pol bei den RX-
15 Frequenzen von Band 4 ausbildet. Eine Störung des RX-Bands des benachbarten Bands 4 wird dadurch vermieden. Auf diese Weise gelingt es, neben der Verschiebung der SH Mode zusätzlich noch die Dämpfung des Filters bei einer Störfrequenz zu verbessern.

20

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren sind rein schematisch und teils als Blockschaltbild ausgeführt. In den Figuren sind nur die wichtigen Elemente
25 der Erfindung dargestellt, auf die auch Bezug genommen wird. Das bedeutet, dass außerdem noch weitere nicht dargestellte Elemente in einem erfindungsgemäßen Filter vorhanden sein können.

30 Es zeigen:

Figur 1 ein erstes SAW-Filter nach der Erfindung,

Figur 2 Schaltungssymbol und Metallisierung der
erfindungsgemäß eingesetzten Resonatoren,

Figur 3 ausschnittsweise ein erfindungsgemäßes Filter im
5 schematischen Querschnitt,

Figur 4 die durch Simulation ermittelte Durchlasskurve für
das in Figur 1 dargestellte Filter,

10 Figur 5 die Impedanz eines ersten Resonators vor und nach
erfindungsgemäßer Variation,

Figur 6 die Impedanzen der für ein erfindungsgemäßes Filter
verwendeten Resonatoren samt sich daraus ergebender
15 Durchlasskurve,

Figur 7 die durch Simulation ermittelten Durchlasskurven für
das in Figur 6 dargestellte Filter,

20 Figur 8 ein aus dem Stand der Technik bekanntes Filter,

Figur 9 die Impedanzen der für Filter von Figur 8 verwendeten
Resonatoren samt sich daraus ergebender Durchlasskurve,

25 Figur 10 das simulierte Passband des Filters nach den Figuren
8 und 9 mit und ohne Berücksichtigung von SH Moden,

Figur 11 eine Draufsicht auf einen alternativ einsetzbaren
Serienresonator mit Weglasswichtung,
30

Figur 12 den relativen Platzbedarf alternativer Lösungen zur
Reduzierung des Pol-Nullstellenabstands.

Figur 1 zeigt ein erstes erfindungsgemäßes Ausführungs-
beispiel anhand eines schematischen Blockschaltbilds. Das
Filter besteht aus einem Serienzweig SZ, der zwischen zwei
Anschlüssen TXIN und ANT geschaltet ist. Im Serienzweig SZ
5 sind vier Serienresonatoren S1, S3, S5 und S7 angeordnet.
Zwischen jeweils zwei Serienresonatoren zweigt vom
Serienzweig ein Parallelzweig PZ gegen Masse GND ab, in dem
jeweils ein Parallelresonator P2, P4 oder P6 angeordnet ist.
Parallel zu zumindest einem der Serienresonatoren, hier den
10 beiden Serienresonatoren S1 und S5 ist je ein zusätzlicher
Resonator RZ1, RZ5 geschaltet. Der zusätzliche Resonator
RZ1 verbindet einen ersten Schaltungsknoten N1 im Serienzweig
vor dem Serienresonator S1 mit einem zweiten Schaltungsknoten
N2, der im Serienzweig nach dem Serienresonator S1 angeordnet
15 ist. Ähnliches gilt für den zusätzlichen Resonator RZ2.
Sämtliche Serien- und Parallelresonatoren S, P sind als SAW-
Resonatoren aufgeführt.

Figur 2 zeigt im linken Teil das für die Resonatoren
20 verwendete Schaltungssymbol, während im rechten Teil
schematisch eine beispielhafte Metallisierung eines für die
Erfindung verwendbaren Resonators angegeben ist. Als
Metallisierungen werden vorzugsweise kupferbasierte
Mehrschichtsysteme eingesetzt, beispielsweise eine
25 Schichtenfolge Chrom Cr, Silber Ag, Kupfer Cu und Chrom Cr
oder eine Schichtenfolge Titan Ti, Silber Ag, Kupfer Cu und
Titan Ti. Es sind jedoch auch andere Schichtsysteme für die
Elektroden möglich, die jedoch vorzugsweise zumindest eine
Kupferschicht aufweisen.

30 Die Metallisierung ist auf einem piezoelektrischen Substrat
mit hoher Kopplung aufgebracht, insbesondere auf einem
Lithiumniobat-Kristall mit einem Kristallschnitt rot-128.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch ein SAW-Filter, wie es erfindungsgemäß ausgebildet sein kann. Auf dem piezoelektrischen Substrat SU sind die Bauelementstrukturen des Filters, insbesondere die Elektrodenfinger und/oder die Finger der dazugehörigen Reflektoren im Schnittbild quer zur Fingerererstreckung dargestellt. Direkt über dem mit den Bauelementstrukturen BS beschichteten Substrat SU ist eine Kompensationsschicht KS aufgebracht, mit deren Hilfe der Temperaturkoeffizient der Frequenz reduziert oder gar kompensiert wird. Dazu wird üblicherweise eine SiO₂-Schicht einer ausreichenden Dicke verwendet.

Um die gegen Feuchtigkeit empfindliche Kompensationsschicht KS gegen Umwelteinflüsse zu schützen, ist als abschließende oberste Schicht noch eine Schutzschicht PL aufgebracht, beispielsweise eine dünne Siliziumnitrid-Schicht einer Stärke von 10nm bis 200nm.

Figur 4 zeigt die simulierte Durchlasskurve des in Figur 1 dargestellten Filters. Gegenüber einem bekannten Filter ohne zusätzliche Resonatoren ist die Dämpfung im Bereich einer Störfrequenz verbessert. Die Verbesserung ist in der Figur umkreist. Als Anwendungsbeispiel ist ein Band 2 Tx Filter gewählt, welches im Rx Bereich eines Band 4 Duplexers einen deutlichen Pol und damit die verbesserte Dämpfung zeigt. .

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung, insbesondere zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Verschieben einer störenden SH-Mode wird im Folgenden auszugsweise die Entwurfsmethode eines erfindungsgemäßen Filters beschrieben und die dazu erforderlichen Maßnahmen erläutert.

Figur 8 zeigt ein herkömmliches SAW-Filter mit derselben Grundstruktur wie das in Figur 1 dargestellte erfindungsgemäße SAW-Filter, bei dem lediglich die zusätzlichen Resonatoren fehlen. Die Frequenzen der Serien- und Parallelresonatoren S, P sind so gewählt, dass sich ein gewünschtes Passband ergibt. Insoweit ist das Filter auf das gewünschte Band optimiert.

In Figur 9 sind die verschiedenen für das bekannte Filter nach Figur 8 verwendeten Resonatoren mit ihren Impedanzen und der sich daraus ergebenden Durchlasskurve TF bzw. Transferfunktion dargestellt.

Um das Filter mit der dargestellten hohen Bandbreite zu realisieren, sind die Resonanzfrequenzen $fr(P)$ und $fr(S)$ der Serienresonatoren S und der Parallelresonatoren P gegeneinander versetzt und vorzugsweise alle unterschiedlich gewählt. Im Bereich $fr(P)$ treten die Resonanzfrequenzen der Parallelresonatoren auf, erkenntlich am Minimum deren Impedanzkurven. Bei gleichbleibendem Pol-Nullstellen-Abstand sind im entsprechenden Abstand dazu im Bereich $fa(P)$ die Antiresonanzen der Parallelresonatoren zu finden.

In einem gleichen oder ähnlichen Frequenzbereich $fr(S)$ finden sich die Resonanzfrequenzen der Serienresonatoren, die vorzugsweise symmetrisch zur Mitte des Passbandes angeordnet sind.

Die Antiresonanzfrequenzen der Serienresonatoren finden sich im Frequenzbereich $fa(S)$ oberhalb der rechten Passbandkante der Transferfunktion TF.

Sämtliche in der Figur 9 dargestellten Kurven sind das Ergebnis einer Simulation, die ohne Berücksichtigung auftretender störender Scherwellenmoden (SH-Moden) bestimmt wurden.

5

Figur 10: Lässt man nun jedoch das Auftreten von SH-Moden bei der Simulationsrechnung zu, erhält man für die in Figur 8 und 9 dargestellte Filterstruktur das in Figur 10 dargestellte Durchlassverhalten im Passband. Es sind zwei Passbänder für das TX-Filter (linke Kurven) und das RX-Filter (rechte Kurven) eines Duplexers dargestellt. Zum besseren Erkennen des Effekts einer störenden SH-Mode SHM sind in der Figur zwei Kurven übereinandergelegt, entsprechend der Simulation ohne Berücksichtigung der SH-Moden gemäß Kurve 1 und einmal unter Berücksichtigung auftretender SH-Moden entsprechend der Kurve 2. Im TX-Filter zeigt sich an der mit einem Pfeil gekennzeichneten Stelle in der rechten Passbandkante eine störende Resonanz, entsprechend der störenden SH-Mode SHM. Eine solche SH-Mode im Bereich der Passbandkante führt jedoch zu einer stärkeren thermischen Belastung des Filters, die zu einer zusätzlichen Leistungsbelastung des Filters führt und entsprechend zu einer höheren thermischen Belastung, die die Alterung des Filters beschleunigt und die Bauelementstrukturen BS beschädigen kann.

25

Aus der Rechnung ergibt sich auch, dass die störende SH-Mode durch den Serienresonator mit der niedrigsten Resonanzfrequenz erzeugt wird. Der Abstand zwischen SH-Mode und Resonanzfrequenz liegt nur dann im Bereich der Passbandkante, wenn die Resonanzfrequenz der Nutzmode (Rayleigh-Welle) bei entsprechend niedriger Frequenz angeordnet ist, da der Frequenzabstand der SH-Mode zur Rayleigh-Mode bei den Resonatoren des Filters nahezu konstant ist. Die Impedanz

30

dieses ersten Resonators ist in der Figur 9 mit RSx gekennzeichnet.

Die störende SH-Mode kann durch geeignete Abstimmung der Schichtdicken von Elektroden, Kompensationsschicht und Schutzschicht sowie durch geeignete Wahl des Metallisierungsverhältnisses der Elektroden in ihrer Höhe minimiert werden. Da die genaue Abstimmung jedoch durch produktionsbedingte Abweichungen eine Toleranz aufweist, kann sie bei einer Serienproduktion nicht effektiv unterdrückt werden, beziehungsweise ist dabei der Anteil an Filtern mit nicht oder schlecht unterdrückter SH-Mode zu hoch.

Ein einfaches Verschieben der Resonanzfrequenz des Serienresonators mit der störenden SH-Mode nach höheren Frequenzen hin und damit auch ein Verschieben des störenden Peaks der SH-Mode aus dem Bereich der Passbandkante heraus ist nicht möglich, ohne die Passbandcharakteristik beziehungsweise die rechte Passbandkante nachteilig zu beeinflussen. Erfindungsgemäß wird daher der Pol-Nullstellen-Abstand dieses Resonators mit der störenden SH-Mode um einen Frequenzbetrag Δf reduziert, indem ein oder mehrere zusätzliche Resonatoren parallel zu diesem Serienresonator geschaltet werden, siehe beispielsweise die Resonatoren RZ1 und RZ2 in Figur 1.

Durch die Kapazität des bei Mittenfrequenz des Filters ausschließlich kapazitiv wirkenden zusätzlichen Resonators wird die Antiresonanzfrequenz des Serienresonators um den Betrag Δf hin zu niedrigeren Frequenzen verschoben und somit der Pol-Nullstellenabstand reduziert. Um diesen Effekt jedoch auszugleichen und die zur Formung der Passbandkante wichtige Antiresonanzfrequenz wieder an die richtige Stelle zu bringen, wird parallel dazu die Fingerperiode verkürzt, um

die Resonanzfrequenz um den Betrag Δf hin zu höheren Frequenzen zu verschieben. Dies kann auch in all den Fällen erforderlich sein, in denen durch den zusätzlichen Resonator primär ein zusätzlicher Pol erzeugt werden soll, um damit
5 eine Störfrequenz besser zu unterdrücken.

Figur 5 zeigt eine Simulationsrechnung der Impedanz des ersten Serienresonators ohne zusätzlichen Resonator (linke Kurve) und mit parallel geschaltetem Resonator und
10 verlängerter Fingerperiode (rechte Kurve). Durch die beiden Maßnahmen bleibt die Lage der Antiresonanzfrequenz entsprechend dem Minimum der beiden Kurven praktisch unverändert, während sich die Resonanzfrequenz um den Betrag Δf hin zu höheren Frequenzen verschiebt.

15

Figur 6 zeigt eine der Figur 9 entsprechende Darstellung, bei der jedoch nun die Impedanz des Serienresonators mit dem parallel geschalteten zusätzlichen Resonator in Lage und Pol-Nullstellen-Abstand verändert ist. Die Resonanzfrequenz ist
20 nun um einen Betrag Δf nach oben verschoben, während die Lage der Antiresonanz unverändert bleibt. Es zeigt sich, dass das Passband TF trotz zusätzlichem Resonator nahezu unverändert bleibt.

25 Figur 7 zeigt das Passband des entsprechenden Filters in einer Simulation mit und ohne Berücksichtigung von SH-Moden. Die beiden Kurven sind wieder übereinander dargestellt, entsprechend der bereits beschriebenen Figur 10. Im Vergleich mit der Figur 10 zeigt sich nun bei der Figur 7 der mit der
30 Erfindung bewirkte Effekt, dass im Bereich der rechten Passbandkante (siehe eingezeichneter Pfeil) die SH-Mode (siehe SHM in Figur 10) in beiden Rechnungen beziehungsweise beiden Kurven vollständig verschwunden ist beziehungsweise

nicht mehr auftritt. Die übrigen Passbandcharakteristiken bleiben praktisch unverändert, so dass mit der erfindungsgemäßen Maßnahme keine Nachteile im Bereich des Passbands in Kauf zu nehmen sind.

5

In weiteren nicht dargestellten Ausführungsformen können über die Figur 1 hinausgehend weitere Serienresonatoren parallel mit zusätzlichen Resonatoren verschaltet werden. Um die Bandbreite des Filters nicht zu verkleinern, werden nur die in der Frequenz tiefliegenden Serienresonatoren, deren SH-Mode innerhalb des Passbandes bzw. dessen Kante liegen, mit Kapazitäten parallel verschaltet. Weiter kann die Anzahl der Parallelzweige sowie die Anzahl der Serienresonatoren weiter erhöht werden.

15

In weiterer nicht dargestellter Ausführung sind einzelne, mehrere oder sämtliche der Resonatoren kaskadiert ausgeführt. Kaskadieren bedeutet dabei, dass der einzelne wie in Figur 2 dargestellte SAW-Resonator durch eine Serienverschaltung von zumindest zwei Teilresonatoren ersetzt wird. Durch eine Kaskadierung erniedrigt sich die am Resonator anliegende Spannung, so dass zum Ausgleich die Fläche des Resonators entsprechend zu erhöhen ist. Gleichzeitig wird dadurch die Leistungsbeständigkeit der Bauelementstrukturen erhöht, so dass insbesondere diejenigen Resonatoren kaskadiert werden, die den stärksten Signalamplituden ausgesetzt sind. Dies sind insbesondere bei einem TX-Filter die nahe dem Eingang (TXin) angeordnete Serienresonatoren sowie die Parallelresonatoren mit der höchsten Resonanzfrequenz. Ebenfalls nicht dargestellt sind Induktivitäten, mit denen insbesondere die Parallelzweige in Serie gegen Festpotenzial verschaltet werden können.

30

Figur 11 zeigt eine Draufsicht auf einen Resonator mit Weglasswichtung. Dies stellt eine weitere Alternative zur Verwendung von Parallel-Kapazitäten dar, um den Pol-Null-Stellen Abstand eines Resonators zu reduzieren.

5

Figur 12 zeigt in den maßstabsgetreuen Teilfiguren a, b und c und damit in zum Größenvergleich geeigneter Weise den jeweiligen Platzbedarf

- 10 (a) eines unveränderten Serienresonators SX
(b) eines Serienresonators SX' mit skaliertem Fingerperiode, reduzierter Apertur und mit zusätzlichem Resonator
(c) eines dazu äquivalenten Serienresonators SXW mit Weglasswichtung

15

Aus der Figur wird klar, dass der Platzbedarf zwar von a) nach c) zunimmt, die Lösung b) aber diejenige ist, die den geringsten zusätzlichen Platzbedarf erfordert.

- 20 Die Erfindung wurde nur anhand weniger Ausführungsbeispiele beschrieben und ist daher nicht auf diese begrenzt. Ein erfindungsgemäßes Filter kann daher von den dargestellten Strukturen sprich dem dargestellten Blockschaltbild abweichen. Weiterhin kann das Filter auch in seinem
25 Schichtaufbau von dem in Figur 3 dargestellten bekannten Schichtaufbau abweichen.

- Das erfindungsgemäße Filter kann Teil eines Duplexers sein wobei die Erfindung sowohl als Empfangsfilter, insbesondere
30 aber als TX-Filter des Duplexers eingesetzt wird.

Patentansprüche

1. SAW Filter,

- umfassend

- 5 - einen zwischen Filterein- und -ausgang
 verschalteten Serienzweig (SZ), in dem
 Serienresonatoren (S) angeordnet sind, und
- n parallel zum Serienzweig gegen ein
 Festpotenzial (GND) verschaltete
10 Parallelzweige (PZ), in denen jeweils ein
 Parallelresonator (P) angeordnet ist, wobei
 $2 \leq n \leq 5$,
- bei dem parallel zu einem Serienresonator (S) ein bei
 Mittenfrequenz des Filters kapazitiv wirkender
15 zusätzlicher Resonator (RZ) geschaltet wird
- bei dem der Pitch des zusätzlichen Resonators so
 eingestellt ist, dass er mit seiner Antiresonanz
 einen zusätzlichen Pol bei einer Störfrequenz
 ausbildet.

20

2. SAW Filter nach Anspruch 1,

- bei dem der Pitch des zusätzlichen Resonators (RZ1)
 gegenüber dem Pitch des Serienresonators (S1) erniedrigt
 ist, um eine verbesserte Dämpfung bei einer gegebenen
25 Störfrequenz oberhalb des Passbands zu erzielen.

25

3. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche,

- bei dem ein erster Serienresonator (S_x) so
 ausgebildet ist, dass er die niedrigste
30 Antiresonanzfrequenz und die größte Fingerperiode
 aller Serienresonatoren aufweist,

30

- bei dem der Polnullstellenabstand des ersten Serienresonators (S_x) gegenüber den weiteren Serienresonatoren (S) soweit verringert ist, dass eine parasitäre Schermode der akustischen Welle aus dem Passband des Filters heraus verschoben ist,
- bei dem die weiteren der Serienresonatoren (S) einen Polnullstellenabstand und eine Fingerperiode aufweisen, die höher sind als beim ersten Serienresonator.

4. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche,

- bei dem der Polnullstellenabstand des ersten Serienresonators (S_x) durch den zusätzlichen Resonator verringert ist,
- bei dem die bei Mittenfrequenz des Filters wirkende Kapazität des zusätzlichen Resonators so bemessen ist, dass durch die kleinere Fingerperiode und den kleineren Polnullstellenabstand des ersten Serienresonators eine parasitäre Schermode der akustischen Welle aus dem Passband des Filters heraus verschoben ist.

5. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche, aufgebaut auf einem Lithiumniobat Substrat mit einem Schnittwinkel zwischen $\theta = 125^\circ$ und $\theta = 130^\circ$.

6. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einer über einer Elektrodenmetallisierung auf dem Substrat angeordneten SiO_2 Schicht zur Kompensation des Temperaturgangs des Filters.

7. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
bei dem die Antiresonanzfrequenz des zusätzlichen
Resonators (RZ) bei einer zu unterdrückenden
Störfrequenz außerhalb des Passbandes liegt.

5

8. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
ausgelegt zum Betrieb in einem Band mit einer relativen
Bandbreite größer 3 %, insbesondere zum Betrieb in Band
2 oder 3.

10

9. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
- bei dem alle Serienresonatoren, deren SH-Mode im
Bereich zwischen der rechten Passband-Kante und dem Fuß
der Flanke liegt, mit reduzierten Pol-Nullstellen-
Abstand ausgeführt sind.

15

10. SAW Filter nach dem vorangehenden Anspruch,
bei dem der Pol-Nullstellen-Abstand derjenigen
Serienresonatoren (S), bei denen eine störende SH-Mode
auftritt, reduziert wird, um eine Korrektur der Position
der SH-Mode zu erreichen, durch

20

- Veränderung des Schichtaufbaus bzgl. Materialien
und Schichtdicke, insbesondere Aufbringen und/oder
Verändern einer Trimmschicht

25

- Weglasswichtung,
- Verschalten mit einer als Resonator ausgebildeten
Parallelkapazität.

11. Verfahren zum Erzeugen eines zusätzlichen Filterpols
bei einem SAW Filter,
a) bei dem in einem ersten Schritt das Filter aus SAW
Resonatoren entworfen wird,

30

b) wobei ein zwischen Filtereingang (TXIN) und Filterausgang (ANT) verschalteter Serienzweig (SZ), in dem Serienresonatoren (S) angeordnet sind, und n parallel zum Serienzweig gegen ein Festpotenzial (GND) verschaltete Parallelzweige (PZ), in denen jeweils ein Parallelresonator (P) angeordnet ist, vorgesehen werden,

c) bei dem parallel zu einem ersten Serienresonator (Sx) ein als Kapazität wirkender zusätzlicher Resonator (RZ) vorgesehen und verschaltet wird

d) bei dem der Pitch des zusätzlichen Resonators (RZ) so eingestellt ist, dass dessen Antiresonanzfrequenz einen zusätzlichen Pol bei einer zu unterdrückenden Störfrequenz ausbildet, um die Dämpfung des Filters bei der Störfrequenz zu verbessern.

12. Verfahren nach Anspruch 11,

- bei dem im Schritt a) das Filter für Tx Frequenzen im Band 2 ausgelegt wird, also für ein Passband von 1850 MHz bis 1910 MHz
- bei dem die Frequenzlage des zusätzlichen Resonators so eingestellt wird, dass ein Pol bei Rx Frequenzen von Band 4 erhalten wird, also zwischen 2110 MHz und 2155 MHz.

Fig 1

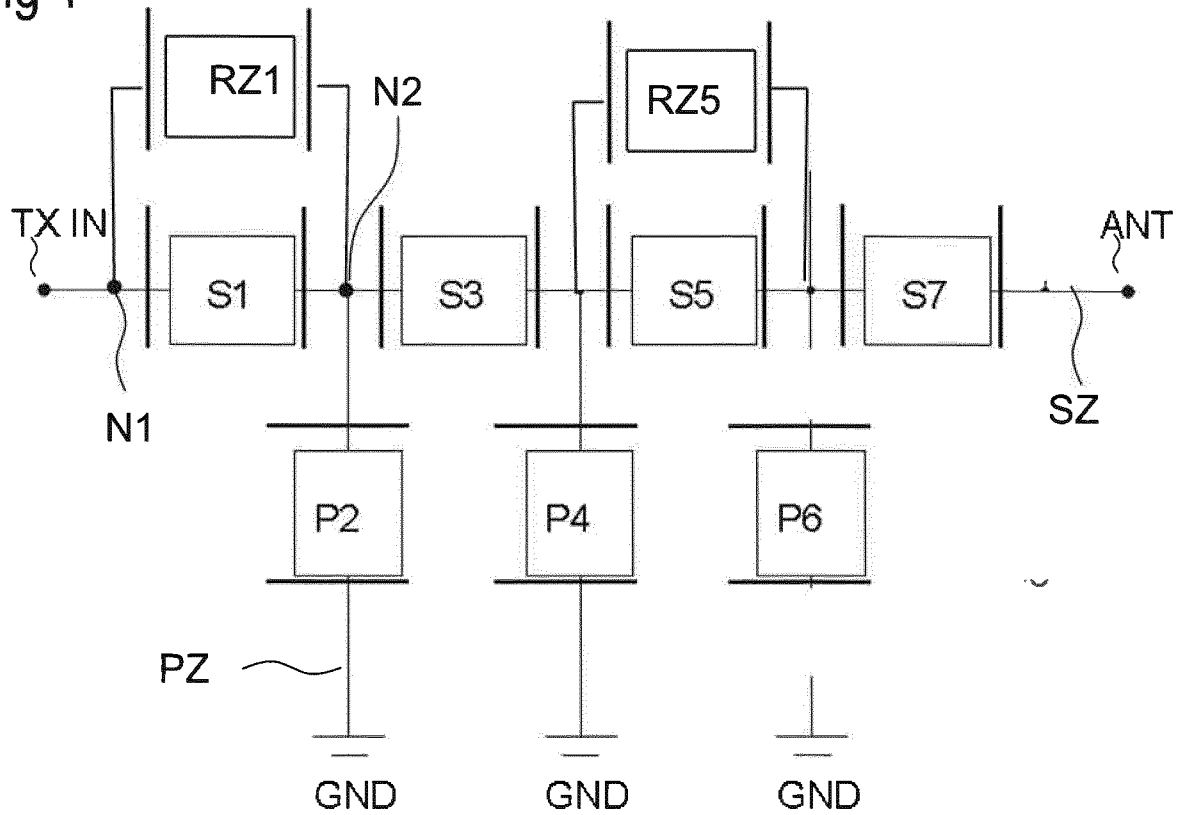


Fig 2

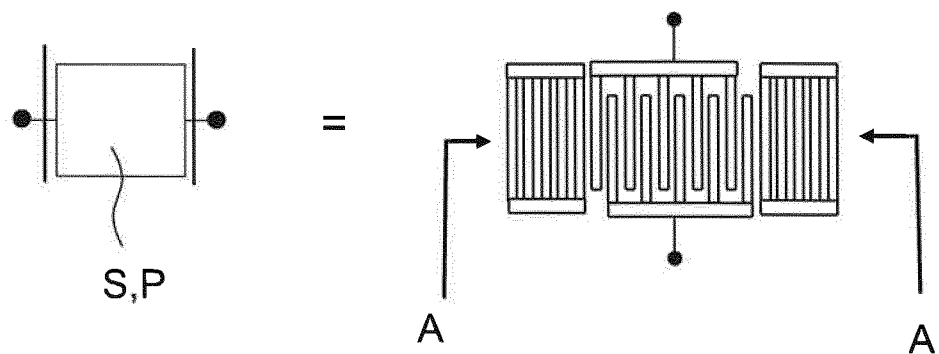
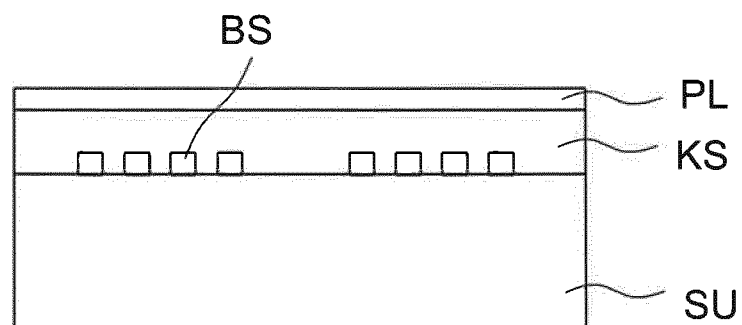


Fig 3



2/6

FIG 4

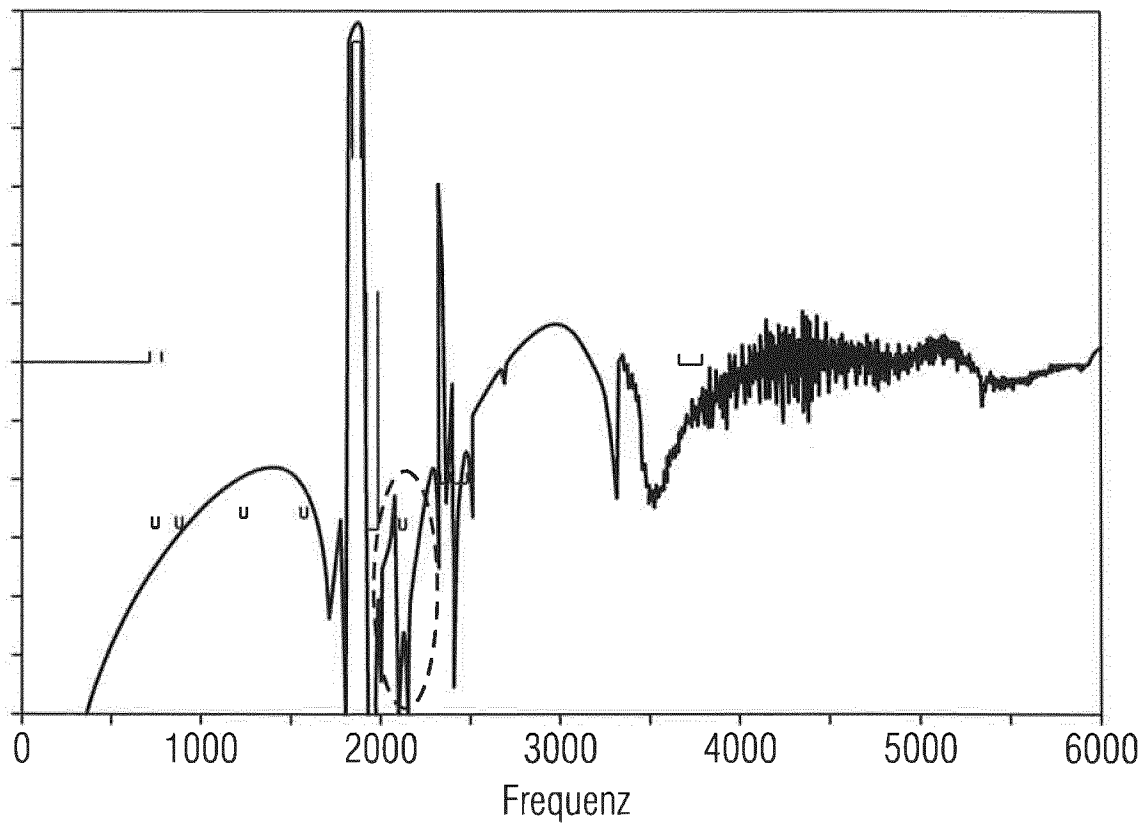


FIG 5

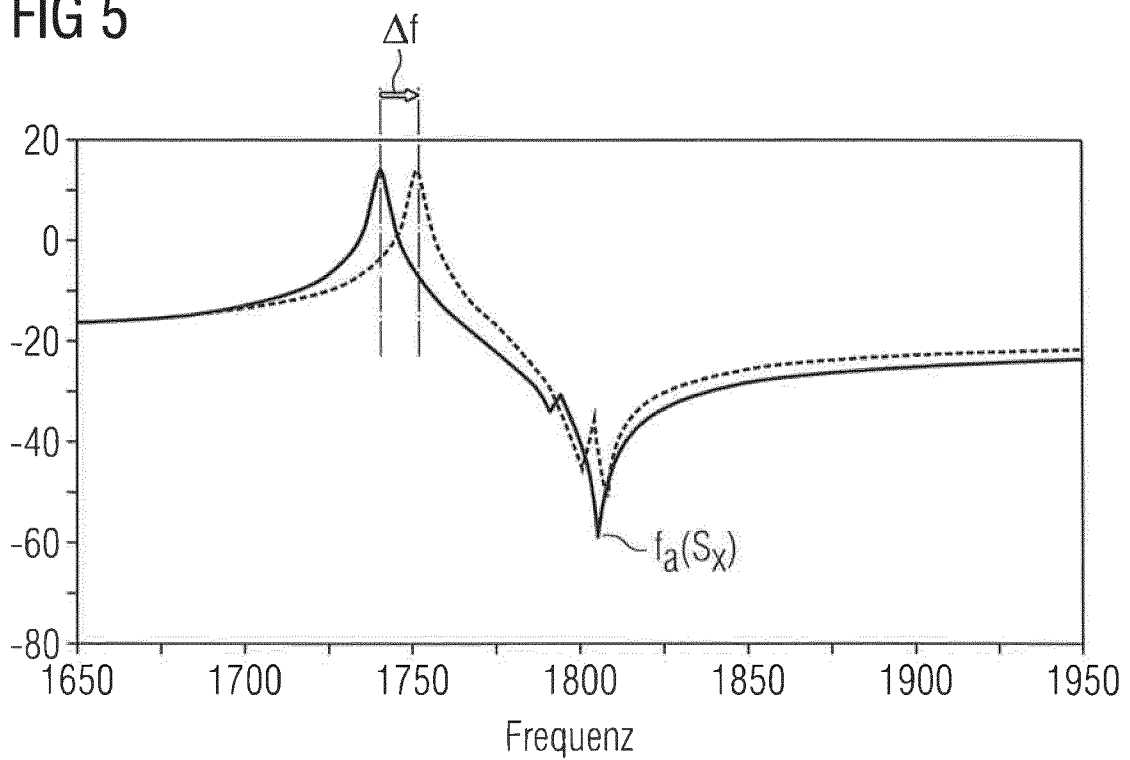


FIG 6

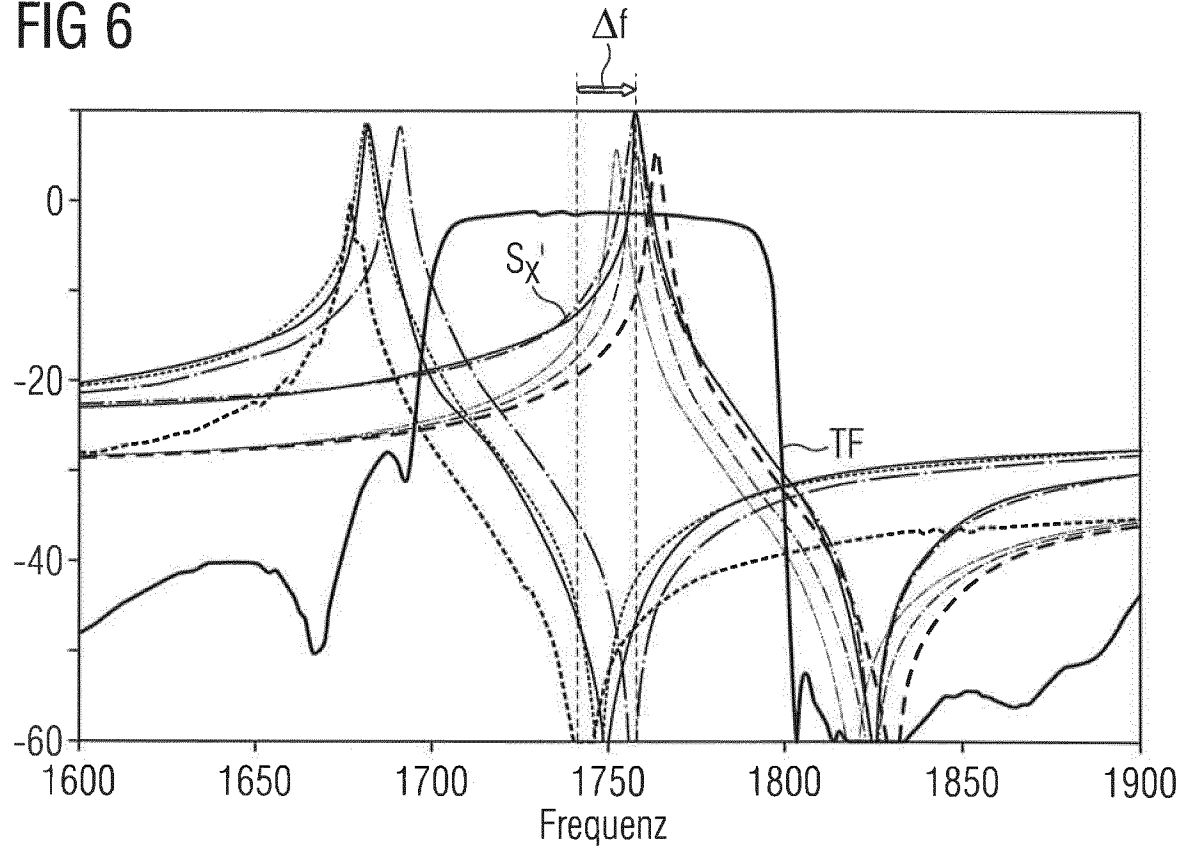
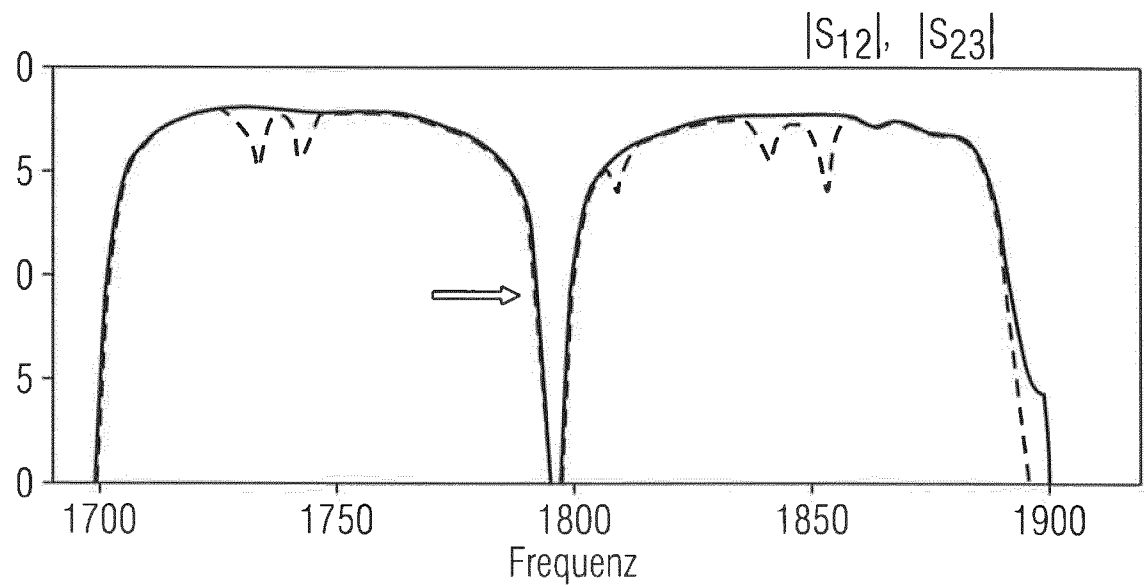


FIG 7



4/6

FIG 8

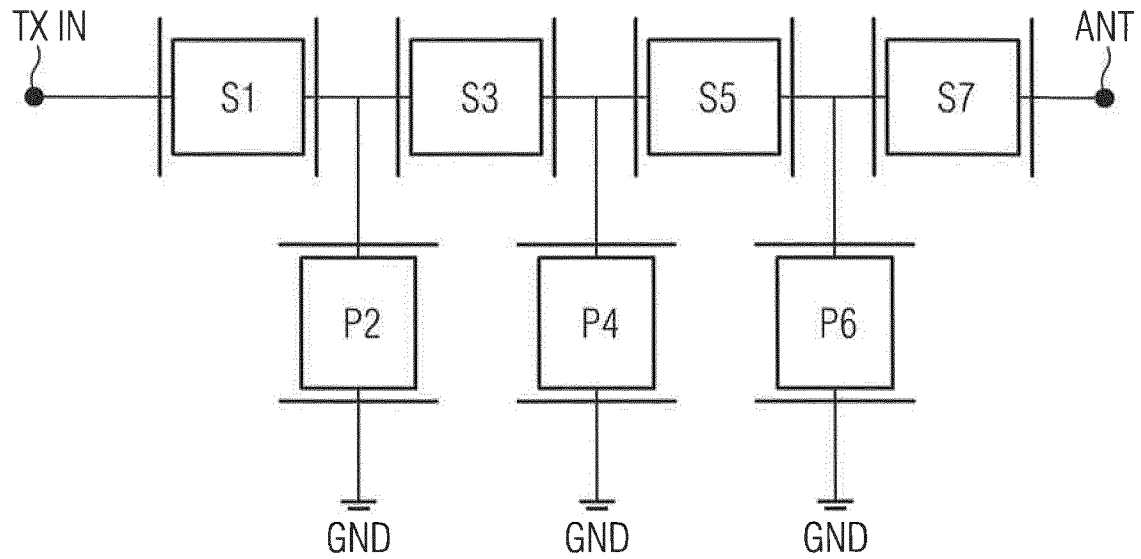


FIG 9

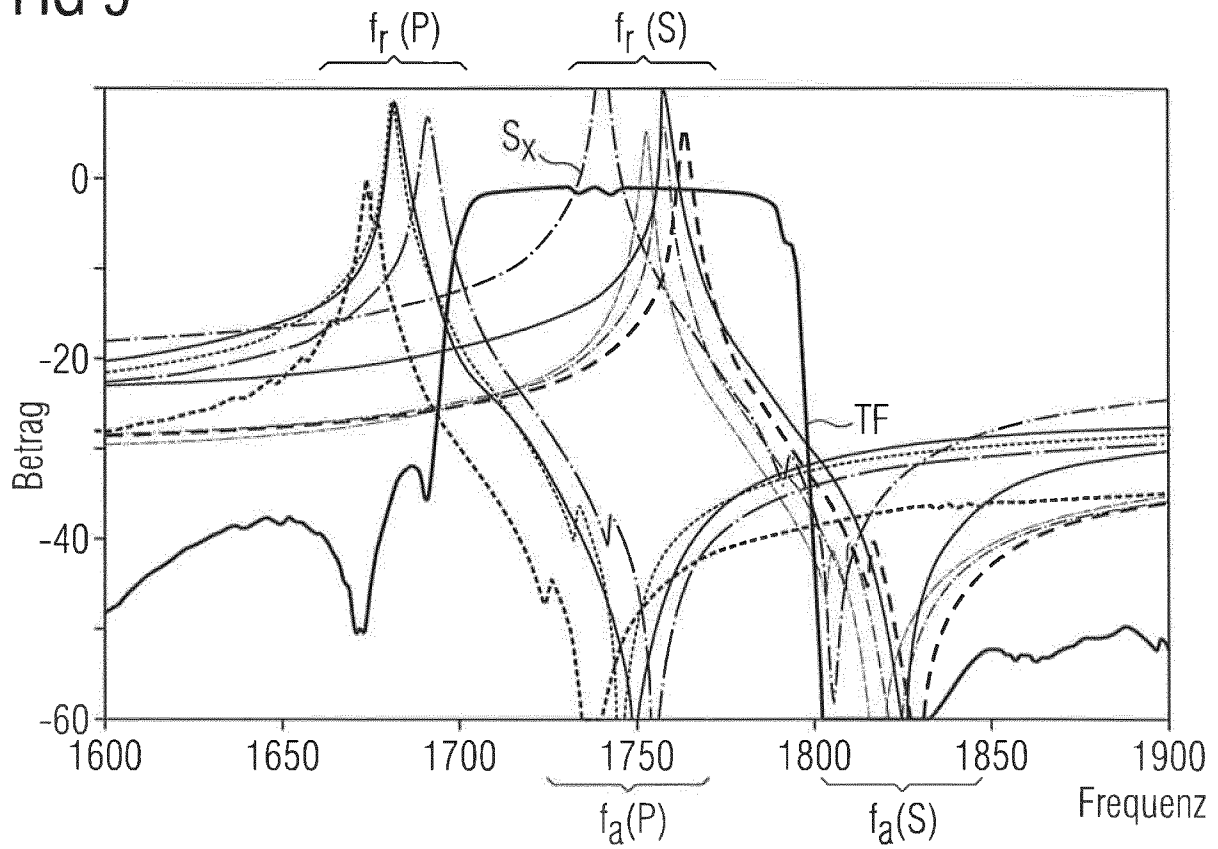


FIG 10

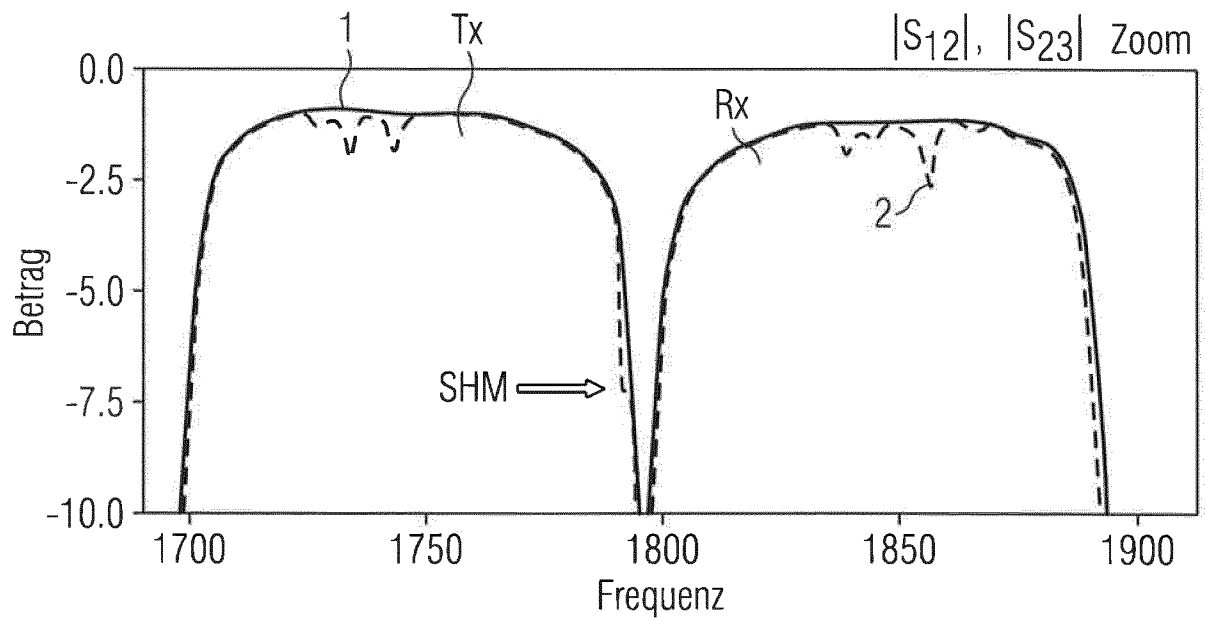


FIG 11

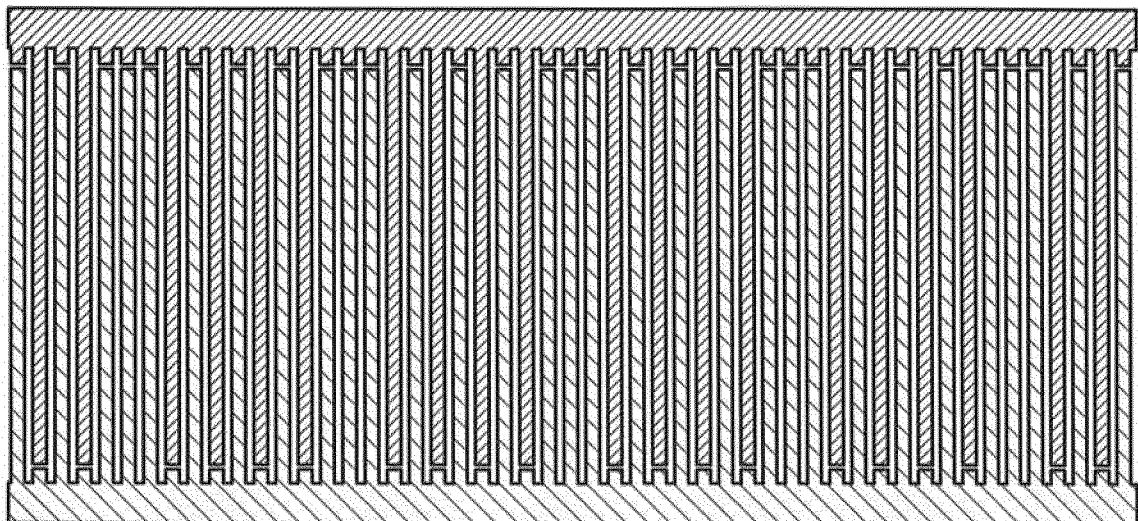
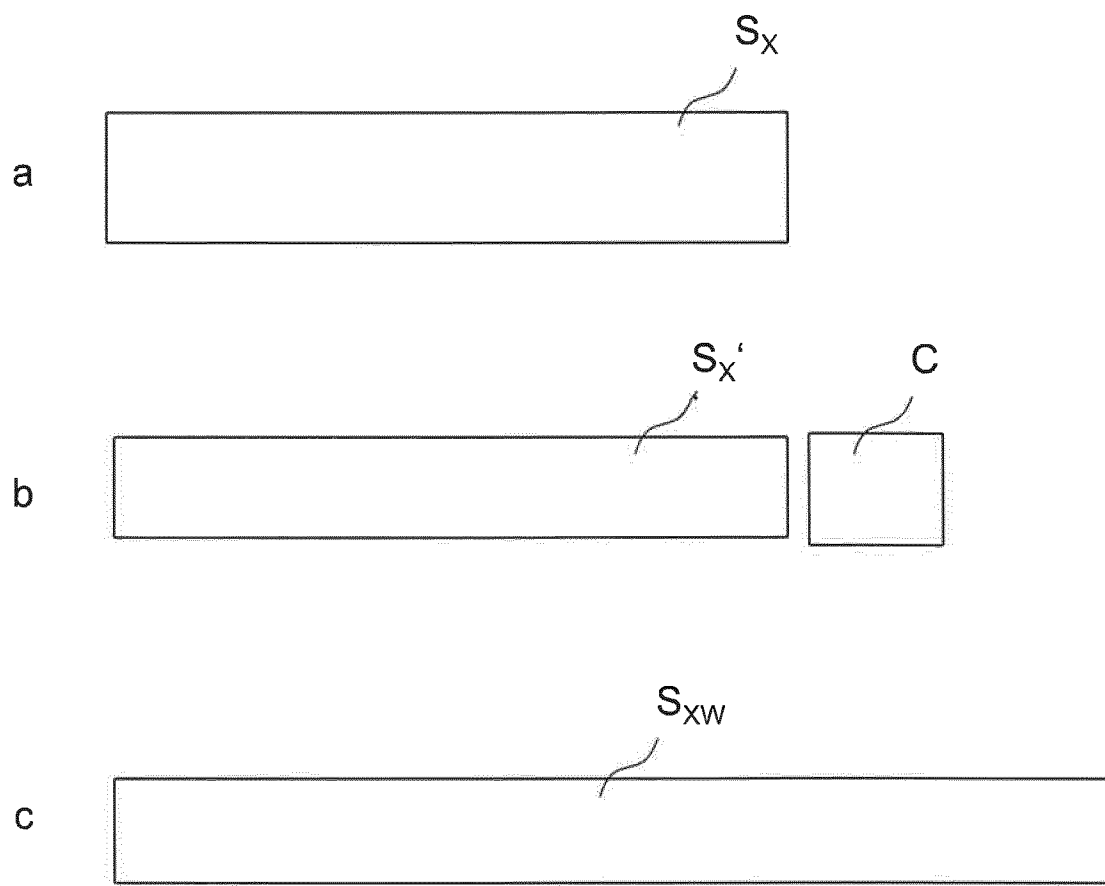


Fig 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/068578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H03H9/64
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 976 117 A2 (KYOCERA CORP [JP]) 1 October 2008 (2008-10-01)	1,2,5-12
A	abstract paragraph [0023] - paragraph [0059]; figures 1 - 7 paragraph [0072] - paragraph [0098]; figures 9 - 11	3,4
A	----- US 2010/194496 A1 (GOTO REI [JP] ET AL) 5 August 2010 (2010-08-05) paragraph [0068] - paragraph [0088]; figures 5 - 7 paragraph [0143] - paragraph [0154]; figure 17 ----- -/-	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 October 2016

Date of mailing of the international search report

02/11/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Trafidlo, Renata

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/068578

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/052494 A1 (SHIBAGAKI NOBUHIKO [JP] ET AL) 8 March 2007 (2007-03-08) paragraph [0065] - paragraph [0075]; figures 1 - 8 -----	1-12
A	US 2010/148887 A1 (MATSUDA TAKASHI [JP] ET AL) 17 June 2010 (2010-06-17) abstract paragraph [0097] - paragraph [0106]; figures 1 - 3 -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/068578

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1976117	A2	01-10-2008	CN	101277098 A		01-10-2008
			EP	1976117 A2		01-10-2008
			JP	5072642 B2		14-11-2012
			JP	2008271511 A		06-11-2008
			KR	20080088478 A		02-10-2008
			US	2008238572 A1		02-10-2008

US 2010194496	A1	05-08-2010	NONE			

US 2007052494	A1	08-03-2007	CN	1929304 A		14-03-2007
			DE	102005061601 A1		15-03-2007
			JP	4680727 B2		11-05-2011
			JP	2007074459 A		22-03-2007
			US	2007052494 A1		08-03-2007

US 2010148887	A1	17-06-2010	CN	101796722 A		04-08-2010
			JP	5072974 B2		14-11-2012
			KR	20100047285 A		07-05-2010
			US	2010148887 A1		17-06-2010
			WO	2009063559 A1		22-05-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H03H9/64
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H03H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 976 117 A2 (KYOCERA CORP [JP]) 1. Oktober 2008 (2008-10-01)	1,2,5-12
A	Zusammenfassung Absatz [0023] - Absatz [0059]; Abbildungen 1 - 7 Absatz [0072] - Absatz [0098]; Abbildungen 9 - 11	3,4
A	----- US 2010/194496 A1 (GOTO REI [JP] ET AL) 5. August 2010 (2010-08-05) Absatz [0068] - Absatz [0088]; Abbildungen 5 - 7 Absatz [0143] - Absatz [0154]; Abbildung 17 ----- -/-	1-12

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Oktober 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/11/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Trafidlo, Renata

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2007/052494 A1 (SHIBAGAKI NOBUHIKO [JP] ET AL) 8. März 2007 (2007-03-08) Absatz [0065] - Absatz [0075]; Abbildungen 1 - 8	1-12

A	US 2010/148887 A1 (MATSUDA TAKASHI [JP] ET AL) 17. Juni 2010 (2010-06-17) Zusammenfassung Absatz [0097] - Absatz [0106]; Abbildungen 1 - 3	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/068578

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1976117	A2	01-10-2008	CN	101277098 A		01-10-2008
			EP	1976117 A2		01-10-2008
			JP	5072642 B2		14-11-2012
			JP	2008271511 A		06-11-2008
			KR	20080088478 A		02-10-2008
			US	2008238572 A1		02-10-2008

US 2010194496	A1	05-08-2010	KEINE			

US 2007052494	A1	08-03-2007	CN	1929304 A		14-03-2007
			DE	102005061601 A1		15-03-2007
			JP	4680727 B2		11-05-2011
			JP	2007074459 A		22-03-2007
			US	2007052494 A1		08-03-2007

US 2010148887	A1	17-06-2010	CN	101796722 A		04-08-2010
			JP	5072974 B2		14-11-2012
			KR	20100047285 A		07-05-2010
			US	2010148887 A1		17-06-2010
			WO	2009063559 A1		22-05-2009
